

Efecto de *Trichoderma* y micorrizas en la producción de posturas de *Carica papaya* L.

José R. Mesa Reynaldo, Jorge L. Gómez Cordero, Odalis Rodríguez Candedo, Enrique Parets Selva y Rafaela Soto Ortiz.

Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible (CETAS), Universidad de Cienfuegos, Carretera a Rodas, Cuatro Caminos, Cienfuegos, CP 59430.

E-mail: jrmesa@fca.ucf.edu.cu

RESUMEN. Con el objetivo de evaluar agrónomicamente en la producción de posturas de fruta bomba (*Carica papaya*, L.), el efecto como estimulador de crecimiento del hongo *Trichoderma harzianum*, en sus diferentes formulaciones (sólida y líquida), y otras alternativas agroecológicas de nutrición, se realizaron tres experimentos en condiciones de vivero, en la sede “La Colmena” del CETAS en el período comprendido entre marzo de 2004 y mayo de 2005. Como material de siembra se utilizó semilla certificada de la variedad Maradol Roja, como material biológico se emplearon las formulaciones líquida y sólida de la cepa 34 del hongo y la cepa *Glomus fasciculatum* de micorrizas vesículo arbusculares. Se observó un efecto estimulativo de *Trichoderma* sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas, con un adelanto entre 7 y 15 días de posturas listas para el trasplante. Se recomienda el uso de la formulación sólida del hongo *Trichoderma harzianum* con frecuencia semanal como alternativa para alcanzar resultados favorables en la producción de posturas en sustitución de agroquímicos.

Palabras clave: *Carica papaya*, posturas, *Trichoderma harzianum*, micorrizas, agroquímicos.

ABSTRACT. The objective of this experiment was to evaluate the stimulative agronomical effect of *Trichoderma harzianum* in different formulation (solid and liquid) and other agroecological nutrition alternative on papaya (*Carica papaya*, L.) plantule production. Were development three experiments in nursery conditions in La Colmena's seat, CETAS, between March 2004 and May 2005. As sowing material was used certificated Maradol Roja seed as biological material were used liquid and solid formulations of the strain 34 of the fungus and *Glomus fasciculatum* strain of Arbuscular mycorrhizal. The stimulant effect of *Trichoderma* on growing and development of plants was observed, obtaining plantules with better conditions between 7 and 15 days earlier all ready for transplant. We recommend the used of solid formulation of *Trichoderma harzianum* fungus with weekly applications as alternative for better results in plantules production in substitution of agrochemicals.

Key words: *Carica papaya*, plantules, *Trichoderma harzianum*, mycorrhizal, agrochemicals.

INTRODUCCIÓN

La producción de posturas de fruta bomba (*Carica papaya* L.) incluye, además del empleo de grandes volúmenes de materia orgánica en la mezcla de sustrato para el llenado de las bolsas, el uso de 1 g de fertilizantes fórmula completa por bolsa para obtener buenos resultados (MINAGRI, 1987). La carencia de fertilizantes, ha motivado que se busquen otras alternativas, siendo la más generalizada el empleo de una mezcla de suelo, materia orgánica y arena o zeolita en proporción 1:1:1 o simplemente suelo y materia orgánica en proporción 1:1 (MINAGRI, 2004).

El empleo de microorganismos, constituye una práctica agrícola que cada día cobra más fuerza en nuestra agricultura, no solo por su bajo costo de producción sino por la posibilidad de fabricarse a partir de recursos locales renovables (Altieri, 1997).

Mayea (1995) señaló que los microorganismos utilizados como biofertilizantes tienen un triple papel como suministradores de nutrientes, fitohormonas y antagonistas de hongos fitopatógenos.

Entre los principales microorganismos presentes en el suelo capaces de lograr este efecto se

encuentran el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* Rifai, del cual se ha comprobado su efecto como estimulador de crecimiento en múltiples cultivos y los hongos formadores de micorrizas arbusculares (Parets, 2002; Fernández, 1999).

Algunas especies de *Trichoderma* han sido reportadas como estimuladoras de crecimiento en numerosos cultivos hortícolas y plantas ornamentales desde la etapa de semillero (Pérez-Solís y Urbaneja, 2001). También en tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.) y césped; así como en judía (*Phaseolus vulgaris*) (Parets, 2002 y Galeano y otros, 2003) y en fruta bomba (*Carica papaya* L.) (Cupull *et al.*, 2002).

Las micorrizas son asociaciones entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas, que en Cuba han sido utilizadas con éxito en diferentes cultivos como: posturas de cafetos, cítricos y frutales, adaptación de vitroplantas, semilleros de hortalizas, leguminosas, raíces y tubérculos, entre otros. (INCA, 1998). Existen, además, referencias de su uso combinado con otros microorganismos en café (*Coffea arabica* L.) (Cupull y otros, 2000) y en fruta bomba (*Carica papaya* L.) (Rodríguez, Odalis, 2004), aunque esta autora obtuvo resultados desfavorables con la combinación de ambos microorganismos.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto en este trabajo se propusieron los objetivos siguientes:

1. Evaluar la influencia del hongo *Trichoderma harzianum* como estimulador de crecimiento.
2. Determinar las formulaciones del hongo más adecuadas a utilizar.
3. Evaluar la influencia de las micorrizas y su interacción con el hongo *Trichoderma harzianum*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las investigaciones se desarrollaron en el vivero de la sede "La Colmena", del CETAS, durante el período comprendido entre marzo de 2004 y mayo de 2005.

En los tres experimentos, las bolsas se llenaron con una mezcla de suelo del lugar (pardo con carbonatos típico) y materia orgánica en proporción 1:1, con las características químicas siguientes:

	pH	P ₂ O ₅	K ₂ O	M.O
Suelo	7,09	7,30	51,41	1,36
Mezcla	7,04	1,79	68,32	3,71

Como material de siembra se empleó semilla certificada de la variedad Maradol Roja con 85 % de germinación, depositándose un total de 2 semillas pregerminadas por bolsa de 12,5 x 20. Como material biológico se empleó el hongo *Trichoderma harzianum* Rifai cepa 34 con las características siguientes:

- a) Formulación sólida: $1,1 \times 10^{10}$ ufc, viabilidad 98 %
- b) Formulación líquida $5,3 \times 10^9$ ufc, viabilidad 98 %

Para la preparación de la formulación líquida, se disolvieron 500 mL del biopreparado en 2 L de agua; para la sólida, 200 g del producto en 8 L de agua. Se agitó por varios minutos y se dejó reposar durante un tiempo, posteriormente, se filtró antes de su aplicación.

Como fuente de micorrizas, se utilizó: EcoMic^R (Experimento 3), inoculante producido por el INCA, cepa *Glomus fasciculatum* con un grado de infectividad de 20 esporas por gramo de inoculante.

A los tres experimentos, se le realizaron todas las atenciones culturales previstas en el Instructivo Técnico del cultivo (MINAGRI, 2004).

El diseño empleado en los tres casos, fue completamente aleatorizado, con 60 réplicas en cada uno.

- Experimento 1

Los tratamientos ensayados fueron los siguientes:

1. Testigo: suelo + materia orgánica

2. Fertilizantes: suelo + materia orgánica + 1 g de fertilizante (10-20-10) - **Experimento 3**

3. Pregerminación en *Trichoderma* sólida.
4. Pregerminación en *Trichoderma* sólida + aplicaciones semanales del hongo.
5. *Trichoderma* sólida en aplicaciones semanales.
6. Pregerminación en *Trichoderma* líquida.
7. Pregerminación en *Trichoderma* líquida + aplicaciones semanales del hongo.
8. *Trichoderma* líquida en aplicaciones semanales.

En los tratamientos que comprenden la pregerminación con *Trichoderma*, se realizó todo el proceso de pregerminado en la solución correspondiente, utilizando dicha dilución para todo el proceso de remojado de la semilla. Las aplicaciones semanales se realizaron aplicando al sustrato de cada bolsa 20 mL de la dilución correspondiente.

Evaluaciones realizadas:

1. Medición de la altura en cm a los 25, 32, 39, 46 y 52 días.
2. Medición del diámetro basal en cm a los 39 y 52 días.
3. Incidencia de plagas y enfermedades.

- **Experimento 2**

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Fertilizantes: suelo + materia orgánica + 1 g de fertilizante (10-20-10)
2. Testigo: suelo + materia orgánica.
3. *Trichoderma* líquida en aplicaciones semanales.
4. *Trichoderma* sólida en aplicaciones semanales.

Para la aplicación de *Trichoderma* se utilizó el mismo procedimiento que en el experimento anterior.

Evaluaciones realizadas:

1. Medición de la altura en cm a los 28, 35, 42, 49, 56 y 63 días.
2. Medición del diámetro basal en cm a los 56 y 63 días.
3. Incidencia de plagas y/o enfermedades.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Fertilizantes: suelo + materia orgánica + 1 g de fertilizante (10-20-10).
2. Testigo: suelo + materia orgánica.
3. *Glomus fasciculatum* en pelletización.
4. *Trichoderma* sólida en aplicaciones semanales.
5. *Glomus fasciculatum* en pelletización + *Trichoderma* sólida en aplicaciones semanales.

La pelletización con *Glomus fasciculatum* se realizó recubriendo las semillas con el producto (en una cantidad igual al 10 % de la masa total de semillas) disuelto en agua hasta tomar una consistencia de pasta, que se adhiriera a ellas. Las semillas se recubrieron completamente con una película uniforme, secándolas a la sombra y sembrándolas de inmediato. Para la aplicación de *Trichoderma* se empleó el mismo método de los experimentos anteriores

La combinación de ambos microorganismos se realizó pelletizando la semilla con *Glomus fasciculatum* y aplicando *Trichoderma* por el método descrito.

Evaluaciones realizadas:

1. Medición de la altura en cm a los 28, 35, 42, 49, 56 y 63 días.
2. Medición del diámetro basal en cm a los 56 y 63 días.
3. Incidencia de plagas y/o enfermedades.

Para el procesamiento estadístico de los datos, en los tres experimentos, se utilizó el programa STATGRAPHIC versión 1.2 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- Experimento 1

En la tabla 1, se pueden observar los resultados del comportamiento de la variable altura en el experimento.

Tabla 1. Comportamiento de la altura en los momentos evaluados

Trat.	Descripción	Altura 25 d	Altura 32 d	Altura 39 d	Altura 46 d	Altura 52 d
1	Testigo	2,47 e	4,07 d	10,01 f	12,06 f	14,32 e
2	Fertilizante	3,56 abc	5,97 c	14,52 de	17,52 cd	20,51 bc
3	Pregerminación en <i>Trichoderma</i> sólida	2,37 f	2,92 f	5,73 h	7,18 h	8,94 g
4	Pregerminación en <i>Trichoderma</i> sólida + aplicaciones semanales	3,32 bcd	5,94 c	17,02 ab	21,06 a	23,2 a
5	<i>Trichoderma</i> sólida en aplicaciones semanales	3,68 abc	7,60 a	18,46 a	20,83 a	22,16 ab
6	Pregerminación en <i>Trichoderma</i> líquida	3,68 abc	6,28 bc	15,82 bcd	18,76 bc	20,44 bc
7	Pregerminación en <i>Trichoderma</i> sólida + aplicaciones semanales	3,76 ab	6,69 b	15,45 bcde	19,76 ab	20,86 bc
8	<i>Trichoderma</i> líquida en aplicaciones semanales	3,40 abcd	6,24 bc	13,81 e	17,06 cd	19,22 cd
Esx		0,1322**	0,168**	0,5720**	0,58**	0,632**

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$

Se observa que en la medida en que el hongo se va estableciendo en el sustrato, comienza a verse un efecto marcado sobre el desarrollo de las posturas, el cual se hace más significativo a partir de los 39 días en que los tratamientos 4 y 5 superan al tratamiento con fertilizantes. Otro efecto importante que se obtiene es el adelanto en el momento de estar la postura lista para el trasplante, lo cual se observó en los tratamientos 4, 5, 6 y 7 antes de los 39 días de iniciada la germinación, (más de 7 días, contra el tratamiento con fertilizantes y mucho más de 15 contra el testigo).

En la literatura consultada se plantea que este momento se debe alcanzar en un período que puede oscilar entre los 45 y 60 días, en dependencia de la temperatura ambiental, debiendo tener la postura entre 12 y 15 cm de altura, con un máximo de 20 cm. Lo mismo

ocurre con el efecto del hongo como estimulador del crecimiento ya que la mayor parte de los tratamientos en que se empleó *Trichoderma harzianum* presentaron valores superiores al testigo e incluso al tratamiento con fertilizantes, siendo los tratamientos 4 y 5 los de mejores resultados y demuestra que el efecto como promotor de crecimiento que se plantea en la literatura consultada para una gran diversidad de cultivos por Cupull y otros (2000), Pérez-Solís, Estefanía y Urbaneja (2001), Parets (2002) y Galeano, Magda y otros (2003), es aplicable al cultivo de la fruta bomba (*Carica papaya* L.), coincidiendo con los resultados obtenidos con *Trichoderma viride* para este cultivo por Cupull y otros (2002).

La tabla 2, muestra el comportamiento de la variable diámetro del tallo en los momentos estudiados.

Tabla 2. Diámetro del tallo a los 39 y 52 días de germinados las plántulas

Trat.	Descripción	Diámetro 39 d	Diámetro 52 d
1	Testigo	5.21 f	7.92 cde
2	Fertilizante	6.32 cde	8.19 cde
3	Pregerminación en <i>Trichoderma</i> sólida	3.4 h	5.98 g
4	Pregerminación en <i>Trichoderma</i> sólida + aplicaciones semanales	5.92 e	10.1 a
5	<i>Trichoderma</i> sólida en aplicaciones semanales	6.14 de	8.95 bc
6	Pregerminación en <i>Trichoderma</i> líquida	6.45 bcd	7.74 de
7	Pregerminación en <i>Trichoderma</i> sólida + aplicaciones semanales	7.02 a	8.76 bcd
8	<i>Trichoderma</i> líquida en aplicaciones semanales	6.85 ab	8.60 bcd
Esx		0.15**	0.3303**

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$

Los resultados alcanzados demuestran que los mayores valores se obtienen en el tratamiento 4, el cual, a los 52 días, presenta diferencia altamente significativa con el resto de los tratamientos evaluados, superando ampliamente al tratamiento con fertilizantes y al testigo. Peña y otros (1996) le atribuyen a esta indicador gran importancia y lo hacen responsable del 80 % de la floración y del 50 % de la fructificación de la planta.

Durante el ciclo de vivero, no se observaron daños de las plagas y enfermedades reportadas en el cultivo.

- Experimento 2

En la tabla 3, se muestran los resultados obtenidos durante los momentos estudiados en la altura de las plantas.

Tabla 3. Comportamiento de la altura en los momentos evaluados

Trat.	Descripción	Altura 28 d	Altura 35 d	Altura 42 d	Altura 49 d	Altura 56 d	Altura 63 d
1	Fertilizantes.	4,6	6,55	10,35 a	13,51 a	16,24 ab	18,88 a
2	Testigo	4,63	6,36	9,55 bc	12,50 b	14,33 c	16,13 b
3	<i>Trichoderma</i> líquida en aplicaciones semanales	4,51	6,41	9,9 ab	13,52 a	16,76 a	19,94 a
4	<i>Trichoderma</i> sólida en aplicaciones semanales	4,29	6,15	9,22 c	12,4 c	15,77 b	19,04 a
Esx		0,1110	0,1252	0,1986	0,2065	0,3140	0,3896

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$

A partir de los 49 días los tratamientos con fertilizante y *Trichoderma* líquida presentan diferencia significativa con el testigo, no presentándola entre ellos, lo cual se mantiene hasta el final del experimento en que el tratamiento *Trichoderma* sólida los alcanza y los tres tratamientos superan al testigo. Este resultado coincide con los obtenidos en el primer experimento. También se observa en este experimento, el adelanto en el momento de estar la postura lista para el trasplante en relación con el testigo, valores que se obtienen en los tratados con el hongo *Trichoderma harzianum* en su

formulación líquida antes de los 49 días de iniciada la germinación, coincidiendo nuevamente con los resultados del primer experimento.

A los 56 días (Tabla 4) el diámetro del tallo en los tratamientos con fertilizante y *Trichoderma* líquida no difieren entre sí, no resultando así con los dos restantes con los cuales sí existe diferencia significativa. Esto se mantiene hasta el final del experimento. Estos resultados coinciden con lo planteado anteriormente en relación con la altura de la planta.

Tabla 4. Comportamiento del diámetro del tallo en los momentos evaluados

Trat.	Descripción	Diámetro 56 d	Diámetro 63 d
1	Fertilizantes	0,656 ab	0,766 a
2	Testigo	0,626 bc	0,726 b
3	<i>Trichoderma</i> líquida en aplicaciones semanales	0,66 a	0,761 a
4	<i>Trichoderma</i> sólida en aplicaciones semanales	0,623 c	0,73 b
Esx		0,0241	0,0265

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$

Incidencia de plagas y enfermedades - Experimento 3

Durante el ciclo de vivero no se observó incidencia de plagas ni enfermedades que produjeran afectaciones en el cultivo.

En la tabla 5, se muestran los resultados obtenidos para la variable altura de la planta en cada momento estudiado.

Tabla 5: Comportamiento de la altura de las plantas en diferentes momentos (días)

Trat.	Descripción	28 días	35 días	42 días	49 días	56 días	63 días
1	Fertilizantes	4,6 ab	6,55 a	10,35 a	13,51 a	16,24 a	18,88 a
2	Testigo	4,63 a	6,36 ab	9,55 b	12,50 b	14,33 b	16,13 b
3	<i>Glomus fasciculatum</i>	3,91 d	4,58 c	9,77 b	12,12 b	14,64 b	16,85 b
4	<i>Trichoderma</i> sólida en aplicaciones semanales	4,29 bc	6,15 b	9,22 b	12,4 b	15,77 a	19,04 a
5	<i>Glomus fasciculatum</i> + <i>Trichoderma</i> sólida en aplicaciones semanales	4,26c	5,25 c	8,15 c	11,21 c	13,25 c	15,27 c
Esx		0,113	0,131	0,201	0,238	0,263	0,303

Medias con letras diferentes difieren significativamente para $p < 0,05$

A los 56 días no existen diferencias significativas entre el tratamiento con fertilizante y con *Trichoderma*, lo cual se mantiene hasta el final del experimento, resultado que coincide con los obtenidos en los dos experimentos anteriores, lo que demuestra que el efecto estimulador de crecimiento del hongo que ha sido planteado por numerosos autores, es aplicable al cultivo de la fruta bomba (*Carica papaya* L.) en la fase de vivero y que *Trichoderma harzianum* puede constituir una alternativa en la producción de posturas de fruta bomba.

Se destaca la depresión en el desarrollo de las plantas tratadas con la combinación de los dos hongos, lo que se mantiene hasta el final del experimento. Esto pudo deberse a que en las condiciones en que se desarrolló el mismo, se produjo un efecto antagónico entre ambos microorganismos, lo cual difiere de lo planteado en la literatura consultada y los resultados obtenidos en café (*Coffea arabica* L.) por Cupull y otros (2000) y en frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) por Parets (2002), pero coincide con los resultados de Rodríguez, Odalis (2004).

En este experimento, se observa también un adelanto en el momento de estar las posturas listas para el trasplante de más de 7 días en relación con el testigo en los tratamientos con fertilizantes y *Trichoderma*.

Durante el desarrollo del experimento no se presentaron afectaciones por plagas y enfermedades.

CONCLUSIONES

1. La inoculación con *Trichoderma harzianum* provoca un incremento en la altura y el grosor del tallo en relación con el testigo en la producción de posturas de fruta bomba.
2. El empleo de dicho hongo produce un adelanto en el momento de estar la postura lista para el trasplante de más de 7 días en relación con el testigo.
3. Los mejores resultados se alcanzan con la formulación sólida del hongo en aplicaciones semanales (Exp. 1); con la formulación líquida en aplicaciones semanales (Exp. 2) y con la *Trichoderma* sólida en aplicaciones semanales (Exp. 3).
4. El empleo de la formulación sólida del hongo en aplicaciones semanales es la mejor alternativa de nutrición en la producción de posturas de fruta bomba.
5. La interacción entre *Trichoderma* y la cepa de micorrizas estudiada manifiesta una

disminución del efecto estimulador de ambos microorganismos.

6. Es posible sustituir el fertilizante a aplicar a las bolsas por el hongo *Trichoderma harzianum*.

INIVIT (2004): Instructivo Técnico del Cultivo de la fruta bomba (*Carica papaya*, L.), 16 pp.

Parets S. E. (2002): Evaluación agronómica de la coinoculación de micorrizas arbusculares, *Rhizobium phaseoli* y *Trichoderma harzianum* en el cultivo de fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Tesis en opción al grado de Máster en Ciencias Agrícolas, Universidad Agraria de La Habana.

BIBLIOGRAFÍA

Altieri, M. A. (1997): Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Consorcio Latino Americano sobre Agroecología y Desarrollo. Grupo Gestor. Asociación Cubana de Agricultura Orgánica. ACAO La Habana, Cuba, 231 pp.

Biocontrol (2004): Disponible en: (<http://www.control-biologico.com/quienes.htm>). [Consultado en: 30-03-2004.]

Cupull, R. y otros (2000): "Efecto de *Trichoderma*, *Azotobacter* y Micorrizas como agentes estimulantes y de control de *Rhizoctonia solani* en la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica*, L.)". *Centro Agrícola* 27(4): 23-28.

_____ (2002) "Efecto de *Trichoderma viride* y *Azotobacter chroococcum* en la estimulación y desarrollo de posturas de *Carica papaya*, Lin.". *Centro Agrícola* 29(4): 30-33.

Fernández, F. (1999): Manejo de las asociaciones micorrízico-arbusculares (MA) sobre la producción de posturas de cafetos (*C. arabica* L.) en algunos tipos de suelos. Tesis de Doctorado, INCA, La Habana, 118 pp.

Galeano, Magda; M^a del Mar Téllez; Lidia Lara y A. Urbaneja (2003): "Efecto de *Trichoderma harzianum* T-22 sobre un cultivo de judía". *Agrícola Vergel*, abril 2003, pp. 249-253.

INCA (1998): Dossier del producto EcoMic[®]. Resultados de las campañas de validación, La Habana, 45 pp.

Mayea, S. (1995): Los biofertilizantes y su acción fitopatogena. Memorias del III Encuentro Nacional Científico Técnico de Bioplaguicidas y EXPOCREE. INISAV, Ciudad de La Habana, p. 41.

MINAGRI (1987): Dirección Nacional de Cítricos y Frutales. Instructivo técnico del cultivo de la fruta bomba (*Carica papaya* L.), 46 pp.

Peña Arderí, H y otros (1996): *Fruticultura Tropical*. tomo 2, Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba, pp. 131-194.

Pérez-Solís, Estefanía y A. Urbaneja (2001): "TRIANUM (*Trichoderma harzianum*) Promotor del crecimiento vegetal y nuevo agente de control biológico de enfermedades vegetales". *Agrícola Vergel*, noviembre, pp. 597-599.

Rodríguez, Odalis (2004): Alternativas agroecológicas de nutrición en la producción de posturas de fruta bomba (*Carica papaya* L). Ponencia presentada al Evento de Base CETAS, Universidad de Cienfuegos y Evento Municipal del XV Forum de Ciencia y Técnica 2004, municipio de Cienfuegos.

Recibido: 11/10/05
Aceptado: 05/04/06